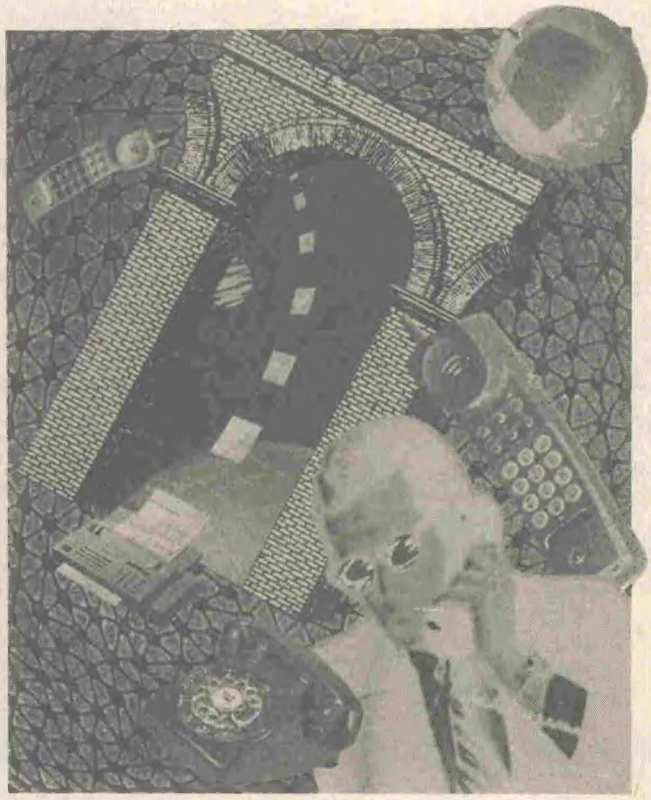
พงษ์ศักดิ์ สุสัมพันธ์ไพบูลย์

# Human Health and Wireless Communications

# สุขภาพและการสื่อสารไร้สาย



***การใช้อุปกรณ์การสื่อสารแบบไร้สายมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้บริการ จริงหรือ?***

จากการขยายตัวของผู้ใช้บริการโทรศัพท์มือถือรวมถึงการบริการด้านโทรคมนาคมส่วนบุคคล (Personal Communications Services-PCS) ในปัจจุบัน และแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต ได้มีผู้สนใจที่จะวิจัยถึงความเป็นไปได้ว่าสายอากาศของโทรศัพท์มือถือสามารถมีผลกระทบต่อร่างกายของผู้ใช้หรือไม่ ซึ่งแรงจูงใจในการศึกษาถึงผลกระทบเบื้องต้นนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 มุมมองด้วยกันคือ

**1. มุมมองทางด้านเทคโนโลยี** เพื่อให้ประสิทธิภาพในการรับส่งสัญญาณของสายอากาศอยู่ในเกณฑ์ดี ดังนั้นการเพิ่มกำลังการส่งเพื่อป้องกันการลดทอนของสัญญาณจึงถูกนำมาใช้

**2. มุมมองทางด้านสุขภาพ** ผลกระทบที่ได้รับจากความแรงของคลื่นไมโครเวฟในบางบริเวณอาจมีจำนวนมากเกินไป และถูกสะสมในร่างกายผู้ใช้ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ในอนาคต

มีความเข้าใจที่ว่า ความถี่วิทยุ (Radio Frequency -RF) และคลื่นไมโครเวฟ สามารถมีผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย ดังนั้นเครื่องมือสื่อสารไร้สายจึงถูกมองว่าอาจเป็นตัวการที่จะก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้ใช้บริการเช่นเดียวกัน กล่าวกันว่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของกำลังส่งของอุปกรณ์จะถูกสะสมในร่างกายของผู้ใช้ อย่างไรก็ดี การพัฒนาด้านเทคโนโลยีของการมอดูเลตในระบบดิจิตอล (ตัวอย่างเช่น การใช้เทคโนโลยีแบบ Time Division Multiple Access-TDMA, Code Division Multiple Access-CDMA) ในปัจจุบันทำให้จำนวนช่องสัญญาณเพิ่มขึ้นและประโยชน์ในการใช้สอยมากขึ้นกว่าเดิม รวมไปถึงการใช้วิธี Frequency Shift Keying (FSK) หรือ Phase Shift Keying - ELF) ซึ่งทำให้การมอดูเลตแบบแอมปลิจูดมีสัญญาณของไมโครเวฟที่มีความถี่ต่ำมาก (Extremely Low Frequency -ELF) ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้มีความปลอดภัยเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่บ่งบอกถึงอันตรายของการใช้โทรศัพท์มือถือที่มีต่อผู้ใช้นั้นมีเพียงเล็กน้อย เพราะเพิ่งจะเริ่มมีการศึกษาถึงผลอันตรายโดยการทดลองกับสัตว์ทดลองและมีการตั้งสมมติฐานถึงความน่าจะเป็นไปได้เท่านั้น ซึ่งข้อมูลที่ได้มาเหล่านี้ไม่เพียงพอที่จะชี้ชัดถึงผลกระทบได้

เมื่อไม่กี่ปีมานี้เอง ได้มีความพยายามอย่างจริงจังที่จะใช้ตัวอย่างการศึกษาที่สามารถวัดค่าของพลังงานจากโทรศัพท์มือถือที่จะสะสมในร่างกายผู้ใช้ออกมาในเชิงของตัวเลข ซึ่งความพยายามเหล่านี้มีจุดประสงค์เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้ และจากจุดนี้เอง ได้มีการเสนอแนวความคิดที่จะให้มีการออกแบบสายอากาศโทรศัพท์มือถือขึ้นมาใหม่ เพื่อที่จะสามารถลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้ใช้ และมี

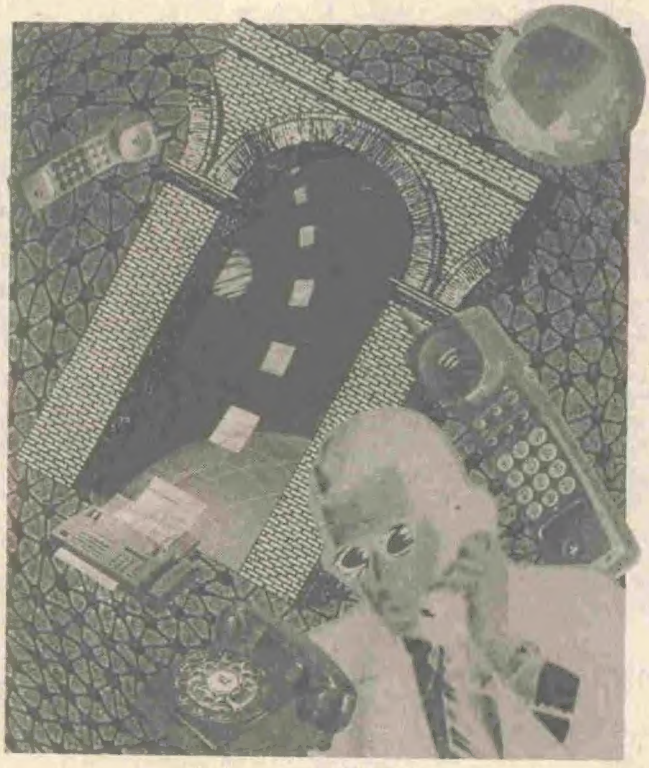
การตั้งข้อสังเกตว่าจะมีวิธีการใดหรือไม่ที่สามารถพัฒนาเทคโนโลยีของโทรศัพท์มือถือให้ดีขึ้น และในเวลาเดียวกันสามารถที่จะลดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้

## ภาพรวมของผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

มีการศึกษาถึงผลกระทบของความถี่วิทยุและคลื่นไมโครเวฟต่อสิ่งมีชีวิตอย่างจริงจัง โดยมีการจัดทำวารสารประกอบขึ้นมาหลายเล่มด้วยกัน (เช่น WHO, 1993; Saunders, et. at., 1991; Bernhardt, 1992; Stuchly, 1987 และ ANSI C95.1 - 1992) และได้มีการศึกษาหาค่าเริ่มต้นของอัตราค่าเฉลี่ยในการดูดซับ (Specific Absorption Rate -SAR) หรืออัตราของพลังงานที่จะสะสมในเนื้อเยื่อ (หน่วยเป็น Watt/Kilogram) ซึ่งสามารถก่อให้เกิดผลอันตรายต่อสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง และจากการทดลองจะเห็นได้ว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากอุณหภูมิสูงที่เกิดจากความถี่วิทยุ และจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองในปัจจุบันพบว่าค่าของ SAR ที่สามารถเริ่มทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบทางชีวภาพของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะมีค่าที่ประมาณ 4W/Kg อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้ก็ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับหัวข้อนี้ไม่นานเพียงพอ และจากการวิจัยที่ผ่านมา ไม่ได้ศึกษาว่าอัตราการดูดซับ (SAR) มีผลกระทบโดยตรงจากการใช้โทรศัพท์มือถือหรือไม่

ผลกระทบในทางชีวภาพที่ได้จากการทดลอง ในส่วนของความถี่วิทยุและคลื่นไมโครเวฟที่ใช้การมอดูเลตเชิงแอมปลิจูดที่ความถี่ต่ำมากในระดับ SAR ที่ต่ำกว่าจุดเริ่มต้นที่คลื่นจะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ ซึ่งผลกระทบที่พบจะมีลักษณะเหมือนหรือคล้ายกับผลกระทบที่พบได้ในสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่ใช้ความถี่ที่ต่ำมาก ในปัจจุบันมีสัตว์ที่ใช้ในการทดลองได้รับการศึกษาถึงความเป็นไปได้ว่าผลกระทบต่อร่างกายที่เกิดขึ้นจะมีสาเหตุมาจากการมอดูเลตที่ใช้ใน PCS หรือไม่ ซึ่งได้มีเอกสารก่อนหน้านี้ระบุว่าจากการทดลอง 2 ครั้งกับสัตว์ตัวอย่างและพบว่าไม่เกิดผลร้ายอย่างใดเกิดขึ้นกับตัวอย่างสัตว์ทดลอง เช่น

1. เมื่อทำการทดลองโดยใช้สารเคมีที่ทำให้เกิดเนื้องอกเข้าไปในตัวหนู จะพบว่าเนื้องอกไม่ได้ขยายตัวขึ้นถึงแม้ว่าจะให้ความถี่ที่ 836.6 MHz. ที่มีการมอดูเลตแบบ TDMA



2. จะเห็นได้ว่าอัตราการเจริญเติบโตของต่อมน้ำเหลืองในตัวหนูไม่ได้เพิ่มขึ้นเมื่อมีการมอดูเลตแบบแอมปลิจูดที่ความถี่ที่ 900 MHz

และจากการทดลองทั้ง 2 ตัวอย่างจะเห็นได้ว่าการฉายรังสีจะมีผลทำให้เกิดอัตราการเป็นมะเร็งในตัวหนูได้ แต่การส่งคลื่นไมโครเวฟไปยังตัวหนูไม่มีผลทำให้เกิดมะเร็งในตัวหนู

## Dosimetric Evalution

มีวิธีที่จะประเมินหาปริมาณพลังงานที่ผู้ใช้ PCS ได้รับ ซึ่งมีอัตราการสะสมในร่างกายในระดับที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ วิธีดังกล่าวเรียกว่า Dosimetric Evaluation การประเมินวิธีนี้จะใช้การเปรียบเทียบอัตราการสะสมของกำลังหรืออัตราการดูดซับ (SAR) ใน Model ชนิดต่าง ๆ และสำหรับโทรศัพท์มือถือนั้นได้มีการทดลองทำ Model จำลองรูปศีรษะของมนุษย์ให้มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าใกล้เคียงมากที่สุดในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อทดสอบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในห้องทดสอบ EMC (Electromagnetic Compatibility) โดยใช้สายอากาศ Dipole หมุนเป็น 3 แกน โดยใช้พื้นฐานที่ว่าอัตราการสะสมและอัตราการดูดซับของคลื่น RF จะขึ้นกับความถี่ ความแรง และ Orientation ของสนามที่ตกกระทบและขนาดของร่างกาย

และในช่วงระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา ได้มีการรายงานถึงผลกระทบจาก RF (รวมไปถึงคลื่นไมโครเวฟ) ต่อสุขภาพของผู้ใช้ รวมไปถึงการศึกษาถึงผลกระทบอย่างจริงจังจากการทดลองในห้อง Lab ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ค่าความแรงของ RF ที่เพียงพอที่จะทำให้เนื้อเยื่อในร่างกายเกิดความร้อนขึ้นมากกว่า 1 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดค่า SAR ที่ประมาณ 1-2 W/kg

2. มีรายงานน้อยมากที่ระบุว่า RF มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมหรือ DNA ในสัตว์ทดลอง เนื่องจากความแรงของ RF ที่ใช้ในการทดลองต่ำ และอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอที่จะทำให้อุณหภูมิในร่างกายสูงพอที่จะทำให้ร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงได้

3. ข้อมูลจากการทดลองหลายครั้งระบุว่า RF ไม่น่าจะเป็นตัวก่อให้เกิดเนื้องอกในหนู (ทดลอง) ได้

4. ค่าเริ่มต้นที่ความแรงของกำลังส่งจะมีผลทำให้เกิดต้อกระจกในสัตว์ทดลอง (กระต่าย) เมื่อมีการส่งคลื่นไมโครเวฟอย่างต่ำที่ 2.4 GHz. เป็นเวลา 1 ชม. ที่ระดับ 1.5kW/m$^2$ แต่ถ้ามีการส่งคลื่นไมโครเวฟที่ความถี่นี้ติดต่อกันนานขึ้น (23 ชม./วัน เป็นเวลา 180 วัน) ที่ระดับ 100 W/m$^2$ ซึ่งมีความเข้มของกำลังที่ส่งผ่านไปยังพื้นที่หนึ่งน้อยกว่า จะไม่มีผลทำให้เกิดต้อกระจกในกระต่าย

5. RF ที่มีการมอดูเลตแบบแอมปลิจูดจะทำให้มีสัญญาณไมโครเวฟที่ต่ำมาก ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนต่ำ ดังนั้นจะทำให้ค่า SAR น้อยลง

6. RF สามารถมีผลต่อร่างกายขึ้นอยู่กับตำแหน่งของร่างกาย ระยะเวลาที่ถูกสัมผัส และขนาดของร่างกาย

และจากการศึกษาเพิ่มเติมจะพบว่ากำลังที่จะแผ่กระจายโดยรอบสายอากาศส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนโดยตัว Handhold ของสาย Dipole เอง และจากการทดลองจะเห็นได้ว่าที่สาย Dipole ห่างจากศีรษะประมาณ 3 ม. ที่ความถี่ที่ 900 MHz. จะพบว่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของกำลัง จะถูกดูดกลืนโดยตัวอย่างการทดสอบที่ใช้ในการทดลอง และแค่ประมาณ 33 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่จะถูกดูดกลืนโดยตัว Handhold ของสาย Dipole

## แนวโน้ม

แนวโน้มในการใช้ขนาดของเซลโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เล็กลงเพื่อเพิ่มจำนวนผู้ใช้บริการและในเวลาเดียวกันการให้ความสำคัญต่อสุขภาพของผู้ใช้บริการเป็นสิ่งสำคัญเพิ่มขึ้น การพัฒนาออกแบบให้สายอากาศใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดจะถูกนำมาวิเคราะห์ (บางครั้งค่อนข้างลำบากเพราะตัวโทรศัพท์มือถือเองมีขนาดค่อนข้างเล็ก) ซึ่งจะทำให้สายอากาศของโทรศัพท์มือถือมีการออกแบบในรูปร่างแตกต่างกันมากขึ้น และเมื่อสายอากาศของโทรศัพท์มือถือมีประสิทธิภาพในการใช้งานดีขึ้น ผลที่ได้คือโทรศัพท์มือถือจะมีการใช้กำลังน้อยลง และความปลอดภัยต่อผู้ใช้บริการจะเพิ่มขึ้น เพราะกำลังที่จะถูกดูดซึมผ่านไปยังส่วนศีรษะของผู้ใช้บริการลดน้อยลง ยิ่งไปกว่านั้น อีกวิธีที่สามารถทำได้แต่จะมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงคือการใช้สายอากาศแบบ Diversity โดยที่สายอากาศชนิดนี้เป็นแบบ Polarization และจากตารางที่ 1 แสดงถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสายอากาศและค่า SAR สำหรับสายอากาศทั้งแบบ Diversity และแบบ Monopole เมื่อใช้สาย Dipole ที่ตำแหน่งเดียวกัน

| การเปรียบเทียบสายอากาศแบบ Diversity และแบบ Monopole ที่ความห่างระหว่างสายอากาศ 2 ซม. | | |
|---|---|---|
| | Diversity | Monopole |
| ประสิทธิภาพ (%) | 83.3 | 68.2 |
| $SAR_p$ (W/kg) | 0.97 | 2.20 |
| $SAR_{1g}$ | 0.72 | 1.77 |

ตารางที่ 1

จะเห็นได้ว่าสายอากาศแบบ Diversity จะมีประสิทธิภาพในการใช้งานดีกว่าการใช้สายอากาศแบบ Monopole ดังนั้นค่า SAR ที่พบจากการทดลองจะต่ำกว่า และจากจุดนี้ทำให้ความปลอดภัยต่อผู้ใช้เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ดี ยังมีองค์ประกอบหลายอย่างที่เป็นตัวกำหนดค่า SAR คือ กำลังส่งจากสายอากาศ อัตราการขยายของสายอากาศของสถานีฐาน ความเข้มของกำลังส่ง (Power Density) ที่ส่งผ่านไปยังพื้นที่หนึ่ง (W/m$^2$) ซึ่งมีการกำหนดค่าปลอดภัยไว้ที่ 5.9 W/m$^2$ (Safety Code 6 Limit)

## สรุป

การใช้อุปกรณ์การสื่อสารแบบไร้สายมีการใช้อย่างแพร่หลายขึ้นและได้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะ 10 ปีที่ผ่านมา โดยได้เริ่มมีการถกปัญหาอย่างจริงจังเมื่อ 2-3 ปีที่ผ่านมาว่าเครื่องมือสื่อสารสามารถมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้บริการหรือไม่ ซึ่งได้มีการใช้ทั้งวิธีการคำนวณและการทดลองต่าง ๆ ในการหาอัตราของพลังงานที่ไปสะสมในร่างกายมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ศีรษะ และเพื่อให้เทคโนโลยีทางด้านโทรคมนาคมและสุขภาพของผู้ใช้บริการอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน ดังนั้นสายอากาศชนิดใหม่จึงถูกคิดค้นขึ้น โดยมีจุดประสงค์ที่จะจำกัดกำลังที่จะเข้าไปสะสมในร่างกายมนุษย์ ซึ่งในทางเทคโนโลยีแล้ว ถือว่ามีการใช้กำลังที่ไม่คุ้มค่าแต่จะเกิดผลดีต่อผู้ใช้บริการ เพราะจะทำให้ผู้ใช้บริการมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ดี ยังคงมีอีกหลายประเด็นที่ยังไม่ได้มีการแก้ปัญหา เช่นเมื่อมีการมอดูเลตชนิดใหม่ขึ้นมา สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้หรือไม่ ถ้าเป็น ที่ระดับใดที่จะเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ และถ้าเป็นไปได้ ควรจะให้มีการศึกษาร่วมกันในการที่จะหาวิธีการทดลองที่น่าเชื่อถือได้ และในขณะเดียวกันสามารถใช้เป็นมาตรฐานเพื่อช่วยหาค่า SAR ระดับใดที่จะเริ่มเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ยิ่งไปกว่านั้น ควรจะหาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ทำให้สายอากาศมือถือมีขนาดเล็กลงและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ในขณะเดียวกันต้องให้เกิดผลกระทบต่อผู้ใช้น้อยที่สุด